

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 31 03 464 A 1

⑤ Int. Cl. 3:  
B01 D 13/02

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 03 464.0-41  
2. 2. 81  
5. 8. 82

**Beibehaltung**

㉑ Anmelder:

GKSS - Forschungszentrum Geesthacht GmbH, 2054  
Geesthacht, DE

㉒ Erfinder:

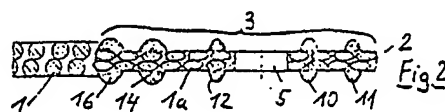
Kneifel, Klemens, 2054 Geesthacht, DE; Martens, Uwe,  
2059 Hohntorf, DE; Hilgendorff, Walter, 3140 Tespe, DE

DE 31 03 464 A 1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Dichtungsrahmen für Elektrodialyse-Membranstapel

Die Dichtungsrahmen für alternierend angeordnete Anionen- und Kationen-Austauschermembranen eines Membranstapels für die Elektrodialyse umschließen einen netzförmigen Abstandshalter für die dort zur Anlage kommenden Membranen. Um bei diesen Rahmen die netzförmigen Abstandshalter sicher in ihrer Lage zu halten, ohne dabei die Dicke der Dichtungsrahmen zu vergrößern, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, die Ränder (1a) des netzförmigen Abstandshalters (1) auf einen die Dicke des Rahmens (3) unterschreitenden Wert komprimiert in den aus Kunststoff bestehenden Rahmen (3) so einzuformen, daß die Dicke des in der Kammer liegenden nichtkomprimierten Teiles des Abstandshalters (1) im wesentlichen mit der Dicke des mit linienförmigen Dichtungen (10-16) versehenen Dichtrahmens entspricht. Auf diese Weise entstehen sehr dünne Dichtrahmen mit einer Dicke von etwa 1,0 mm, so daß sich der Wirkungsgrad eines Elektrodialyse-Gerätes von vorgegebenem Volumen erheblich vergrößert. (31 03 464)



DE 31 03 464 A 1

Patentansprüche:

1. Dichtungsrahmen für alternierend angeordnete Anionen- und Kationen-Austauschermembranen eines Membranstapels für die Elektrodialyse, bei dem die zickzack-förmig konturierten und mit einer linienförmigen Dichtung versehenen Rahmenränder, welche eine mit netzförmigem Abstandshalter versehene, in entsprechender Weise zickzackförmig berandete Kammer umschließen, gegenüberliegend angeordnete durchgehende Versorgungs- und Verbindungsbohrungen für die zu behandelnde Lösung und die mit abgetrennten gelösten Elektrolyten bzw. elektrisch nicht-geladenen gelösten Stoffe angereicherte bzw. abgereicherte Lösung enthalten und alternierend diese Bohrungen über Zu- bzw. Abflußrinnen mit dem Inneren der Kammer in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß die Ränder (1a) des netzförmigen Abstandshalters (1) auf einen die Dicke des Rahmens (3) unterschreitenden Wert komprimiert in den aus Kunststoff bestehenden Rahmen (3) so eingeformt sind, daß die Dicke des in der Kammer liegenden nicht-komprimierten Teiles des Abstandshalters (1) im wesentlichen mit der Dicke des mit linienförmigen Dichtungen (10-16) versehenen Dichtrahmens entspricht.

09.00.81

3103464

- 13 -

- 2 -

2. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen im Spritzgußverfahren erzeugt ist.
3. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen durch eine teilweise Auffüllung des Netzgewebe-Randes erzeugt ist.
4. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen aus einem harten, formstabilen Kunststoff besteht und im Siebdruckverfahren aufgetragene linienförmige Dichtungen (10 - 16) aus einem weichen elastischen Material, z.B. Polyuretan, trägt.
5. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen und seine linienförmigen Dichtungen einteilig aus weichem elastischem Material bestehen (Fig. 10 - 13).
6. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er nur einseitig mit linienförmigen Dichtungen versehen ist und auf der gegenüberliegenden Seite eine flächige Beschichtung (17) aus elastischem Material trägt.

7. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß der netzförmige Abstandshalter zickzackförmig konturiert ist und sich nur bis in den zickzackförmigen Randstreifen des Dichtungsrahmens erstreckt.  
(Fig. 7 - 13)
8. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß der netzförmige Abstandshalter sich unter Aussparung der Versorgungs- und Verbindungsbohrungen und der Zu- und Abflußrinnen über die gesamte Fläche des Rahmens erstreckt.
9. Dichtungsrahmen nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungs- und Verbindungsbohrungen und die Zu- und Abflußrinnen freigestanzte Öffnungen des Rahmens sind.
10. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter gewebte Netze sind.
11. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter extrudierte Netze sind.
12. Dichtungsrahmen nach Anspruch 1 bis 11 dadurch gekennzeichnet, daß seine Dicke nach dem Zusammenpressen im Membranstapel etwa 1,0 mm beträgt.

DIPL.-ING. HANS W. SCHÖNING  
PATENTANWALT

3103464

D-2000 HAMBURG 1 15.1.19  
Mönckebergstraße 31 Sch/ge  
(am Rathausmarkt)  
Telefon (040) 33 80 85

-4-

GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM

Anwaltsakte: 4409

GEESTHACHT GMBH

Reaktorstraße 7-9

2054 Geesthacht-Tesperhude

Dichtungsrahmen für Elektrodialyse-Membranstapel

Die Erfindung betrifft einen Dichtungsrahmen für alternierend angeordnete Anionen- und Kationen-Austauschermembranen eines Membranstapels für die Elektrodialyse, bei dem die zickzackförmig konturierten und mit einer linienförmigen Dichtung versehenen Rahmenränder, welche eine mit netzförmigen Abstandshalter versehene, in entsprechender Weise zickzackförmig berandete Kammer umschließen, gegenüberliegend angeordnete durchgehende Versorgungs- und Verbindungsbohrungen für die zu behandelnde Lösung und die mit abgetrennten gelösten Elektrolyten bzw. elektrisch nicht-geladenen gelösten Stoffe angereicherte bzw. abgereicherte Lösung enthalten und alternierend diese Bohrungen über Zu- bzw. Abflußrinnen mit dem Inneren der Kammer in Verbindung stehen.

Die vorgenannten Dichtungsrahmen sind Gegenstand des deutschen Patentes (Patentanmeldung P 29 02 247) der Anmelderin. Diese Dichtungsrahmen haben sich hervorragend bewährt, doch bedarf es für das Stapeln der Dichtungsrahmen mit den eingelegten netzförmigen Abstandshaltern erfahrener Fachkräfte, damit es nicht zu Undichtigkeiten oder Strömungsstörungen kommen kann. Ein an sich bekanntes Einkitten der Abstandshalter in die Rahmenöffnung zur Lagesicherung hat sich wegen des Arbeitsaufwandes als zu teuer erwiesen, zumal die Verkittung zu Abdichtungsstörungen führen kann und die Dicke des Rahmenelementes vergrößert. Würde man auf die Randbereiche des netzartigen Abstandshalters unmittelbar ein das Netzwerk durchdringendes härgbares fließfähiges Material aufbringen, ergäbe sich nach dem Einspannen im Stapel durch die Netzstruktur eine nicht sicher abdichtende Oberfläche. Beim Aufbringen größerer Materialmengen zur Erzeugung von guten Dichtflächen würde sich die Rahmendicke in unerwünschter Weise vergrößern. Relativ dicke Dichtungsrahmen mit netzförmigem Abstandshalter sind auch unerwünscht, da sich der Wirkungsgrad je Volumen Baueinheit erheblich vermindert.

- 3 -

- 6 -

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Schaffung eines verbesserten Dichtungsrahmens der einleitend genannten Art, welcher besonders auch durch weniger qualifiziertes Personal gehandhabt werden kann, besonders preiswert in der Herstellung ist, ein geringeres Einbauvolumen einnimmt und besonders gute Abdichtungseigenschaften hat.

Die vorstehende Aufgabe wird durch einen Dichtungsrahmen gelöst, wie er im Kennzeichnungsteil des Hauptanspruches näher spezifiziert ist. Durch das im komprimierten Zustand vorgenommene Einformen der netzartigen Abstandshalter entstehen im Bereich der Rahmenränder ungestörte plane Flächen, die mit linienförmigen Dichtungen stets eine verlässliche Abdichtung gewährleisten.

Besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend näher anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

In den Zeichnungen zeigen:

000001

3103464

- 4 -

- 7

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Teil eines erfindungsgemäßen Dichtungsrahmens mit integrier-tem netzförmigem Abstandshalter,

Fig. 2 einen Schnitt gemäß der Schnittlinie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt gemäß der Schnittlinie III-III der Fig. 1,

Fig. 4 eine der Fig. 2 entsprechende Schnittdarstellung, in welcher die linienförmigen Dichtungen durch Einbau in einen Stapel verformt sind,

Fig. 5 und 6  
den Fig. 2 und 3 ähnliche Schnittdarstellungen einer abgewandelten Ausführungsform, bei der oberseitig linienförmige und unterseitig flächige Dichtungen vorgesehen sind,

Fig. 7 eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Dichtrahmen gemäß einer abgewandelten Ausführungsform,



- 5 -

- 8 -

Fig. 8 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie  
VIII-VIII der Fig. 7,

Fig. 9 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie  
IX-IX der Fig. 7,

Fig. 10 eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen  
Dichtrahmen gemäß einer weiteren Ausführungs-  
form,

Fig. 11 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie  
XI-XI der Fig. 10,

Fig. 12 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie  
XII-XII der Fig. 10 und

Fig. 13 einen der Fig. 11 entsprechenden Querschnitt,  
bei der oberseitig linienförmige und untersei-  
tig flächige Dichtungen vorgesehen sind.

Bei der Elektrodialyse befinden sich zwischen zwei an Span-  
nung liegenden Elektroden eine Vielzahl von Kammern, die  
gegeneinander durchgestapelt angeordnete Dichtungsrahmen

00.00.01

3103464

- 6 -

- 9 -

und Membranen voneinander getrennt sind. Bei den Membranen handelt es sich um abwechselnd angeordnete Kationen-Austauschermembranen und Anionen-Austauschermembranen. Die Innenfläche eines jeden Dichtungsrahmens enthält einen netzartigen Abstandshalter, der einerseits zur Abstützung der an beiden Seiten angrenzenden Membranen und andererseits zur Verteilung der flächig durchgeleiteten Lösung dient. Am Außenrand sind die einzelnen Dichtungsrahmen mit linienförmigen Dichtungen versehen, die einerseits die einzelnen Kammern und andererseits die in den Rahmenrändern vorgesehenen Zufluß- und Abflußbohrungen für die Lösung abdichten.

Weitere Einzelheiten zum generellen Aufbau eines Elektrodialyse-Membranstacks ergeben sich aus der DE-OS 29 02 247.

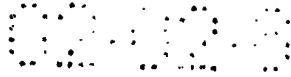
Der in Fig. 1 dargestellte Dichtungsrahmen ist in etwa eine Verkleinerung eines Originals im Maßstab 1 : 2. Der Mittelteil des Dichtungsrahmens wird von einem netzförmigen Abstandshalter 1 eingenommen, bei dem es sich um ein gewebtes Netz oder auch um ein extrudiertes netzartiges Erzeugnis handeln kann. Gemäß Fig. 1 erstreckt sich der netzförmige Abstandshalter 1 bis an den Rand 2 (Fig. 2 und 3) des eigentlichen Rahmenteil 3. In dem Rahmenteil 3 befinden sich an den Ecken Bohrungen 4 für nicht dargestellte

- 7 -

- 10 -

Spannbolzen, mit denen der Membranstapel zusammengesennt werden kann. Außerdem sind an zwei gegenüberliegenden Längskanten des Rahmentelles 3 durchgehende Bohrungen 5 und 6 vorgesehen, die eine Verbindung zwischen benachbarten Dichtungsrahmen herstellen oder zur Versorgung der von den Dichtungsrahmen umschlossenen Kammern dienen. An der gegenüberliegenden Rahmenseite befinden sich ähnliche Bohrungen 5 und 6, die ebenfalls die beiden benachbarten Dichtungsrahmen miteinander verbinden oder zur Abfuhr der verdünnten oder der konzentrierten Lösungen dienen. Von den Bohrungen 6 führen relativ enge Kanäle 7 in das Innere des Dichtungsrahmens. Die Kanäle 7 divergieren nach innen beispielsweise unter einem Winkel von  $90^{\circ}$ , sodaß sich eine zickzackförmige Konfiguration der Kammerbegrenzung neben den Rahmenseitenteilen 3 ergibt.

Zur Abdichtung der Dichtungsrahmen gegeneinander bzw. gegenüber den zwischenliegenden Membranen dienen linienförmige Dichtungen. Eine erste linienförmige Dichtung 10 verläuft um den gesamten Dichtungsrahmen herum. Im Bereich der Bohrungen 4 bis 6 kann zur Verstärkung der Abdichtung noch eine zusätzliche linienförmige Dichtung 11 vorgesehen sein. Die Begrenzung der Kammer übernimmt eine sich im wesentlichen parallel zur Dichtung 10 erstreckende Dichtung 12, die im Bereich der Rahmenseitenteile 3 einen



3103464

- 2 -

- M -

zickzackförmigen Verlauf nimmt. Querverlaufende linienförmige Dichtungselemente 13 trennen die einzelnen Bohrungen 5 und 6 voneinander. Da erfahrungsgemäß eine linienförmige Dichtung wirkungsvoller ist als eine flächige Dichtung befinden sich hinter den zickzackförmig vorspringenden Teilen der Umfangsdichtung 12 noch weitere winkelförmige Dichtungsabschnitte 14, die einen großen Teil der dreieckförmigen Ausnehmungen ausfüllen. Eine entsprechende Funktion hat auch die wellenförmig verlaufende Dichtung 15 zwischen den Umfangsdichtungen 10 und 11.

Um in erfindungsgemäßer Weise einen Dichtungsrahmen zu schaffen, der bei minimaler Dicke eine maximale Abdichtung gewährleistet und den netzförmigen Abstandshalter in seiner Lage hält, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, den in den Rahmenseitenteil 3 eingreifenden Rand 1a des netzförmigen Abstandshalters 1 zu komprimieren, um ihn dann im komprimierten Zustand in den eigentlichen Rahmen einzuformen. Dabei wird gemäß Fig. 2 bis 6 dafür gesorgt, daß die Kompression des Abstandshalters 1 vor dem Einformen so vorgenommen wird, daß die Dicke des in der Kammer liegenden, nicht komprimierten Teiles des Abstandshalters im wesentlichen mit der im Stapel vorhandenen Dicke des mit linienförmigen Dichtungen ver-

sehenen Dichtrahmens entspricht. Die Fig. 2 und 3 zeigen den Rand des Dichtungsrahmens vor dem Einbau und die Fig. 4 nach dem Einbau. Man erkennt, daß die Außenfläche der linienförmigen Dichtungen im wesentlichen mit der Außenfläche des Abstandshalters 1 fluchtet.

Wie die den Fig. 2 und 3 entsprechenden Fig. 5 und 6 zeigen, kann anstelle der unterseitig angeordneten linienförmigen Dichtungen auch eine flächige Dichtung 17 vorgesehen sein, die beispielsweise eine Dicke von etwa 0,1 mm erhält.

Die den netzförmigen Abstandshalter 1 aufnehmenden Rahmentteile können aus einem harten, formstabilen Kunststoff bestehen, auf den anschließend die Dichtkontur mit den linienförmigen Dichtungen 10, 11, 12, 14, 16 im Siebdruckverfahren aufgebracht wird, wie es in der DE-OS 29 02 247 beschrieben ist. Das Einbringen des harten, formstabilen Kunststoffes kann durch thermisches Einpressen erfolgen, wobei die Bohrungen 5 und 6 und die Kanäle 7 ausgespart werden.

Da die linienförmigen Dichtungen nach dem Aufdrucken im Siebdruckverfahren kurzzeitig getempert werden müssen, kommen als Materialien für den netzartigen Abstandshalter

00.02.81

3103464

- 10 -

- 11 -

und den Rahmen nur temperaturbeständige Stoffe wie z.B. Polyester, Polycarbonat und Polyblends aus Acrylnitril/Butadien/Styrol-Copolymerisaten (ABS) mit Polycarbonat (PC) in Frage.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 7 bis 9 erstreckt sich der netzartige Abstandshalter nicht mehr bis zum Rand des Rahmens, sondern nur noch geringfügig über die zickzackförmige linienförmige Dichtung 16 hinaus. Im übrigen ist diese Ausführungsform mit der vorstehend beschriebenen Ausführungsform identisch. Sie wird auch in gleicher Weise hergestellt und arbeitet in gleicher Weise.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 10 bis 13 wird der Rahmen aus einem weichen elastischen Material, z.B. Polyurethan gefertigt. Dieser Rahmen enthält eine linienförmige Dichtkontur aus dem gleichen Material wie der Rahmen selbst, sodaß das nachträgliche Bedrucken im Siebdruckverfahren entfällt. Auch hier können die linienförmigen Dichtungselemente beidseitig vorgesehen werden. Genauso ist es aber auch möglich, in Übereinstimmung mit Fig. 5 und 6 die Unterseite flach auszubilden. Entscheidend ist auch hier, daß der netzförmige Abstandshalter in komprimiertem Zustand eingebettet wird und daß nach dem Zusammenpressen des Dichtungsrahmens im Stapel auch dessen Randbereiche die

- 11 -

- 14 -

gleiche Dicke erhalten, wie der netzförmige Abstandshalter selbst. Die Dicke der erfindungsgemäßen Abstandshalter mit Dichtungsrahmen beträgt nach dem Zusammendrücken im Membranstapel im allgemeinen weniger als 1,0 mm; er überschreitet aber keinesfalls eine Dicke von 1,3 mm, sodaß sich ein sehr guter volumetrischer Wirkungsgrad ergibt. Abschließend ist noch darauf hinzuweisen, daß die Kanäle 7 und die Bohrungen 4 bis 6 je nach Herstellungsverfahren sowohl nachträglich eingestanzte als auch bei der Herstellung durch entsprechende Aussparungen mit eingeformt werden können.

02 00 04

Nummer: 3103464  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: B01D 13/02  
 Anmeldetag: 2. Februar 1981  
 Offenlegungstag: 5. August 1982

- 17 -

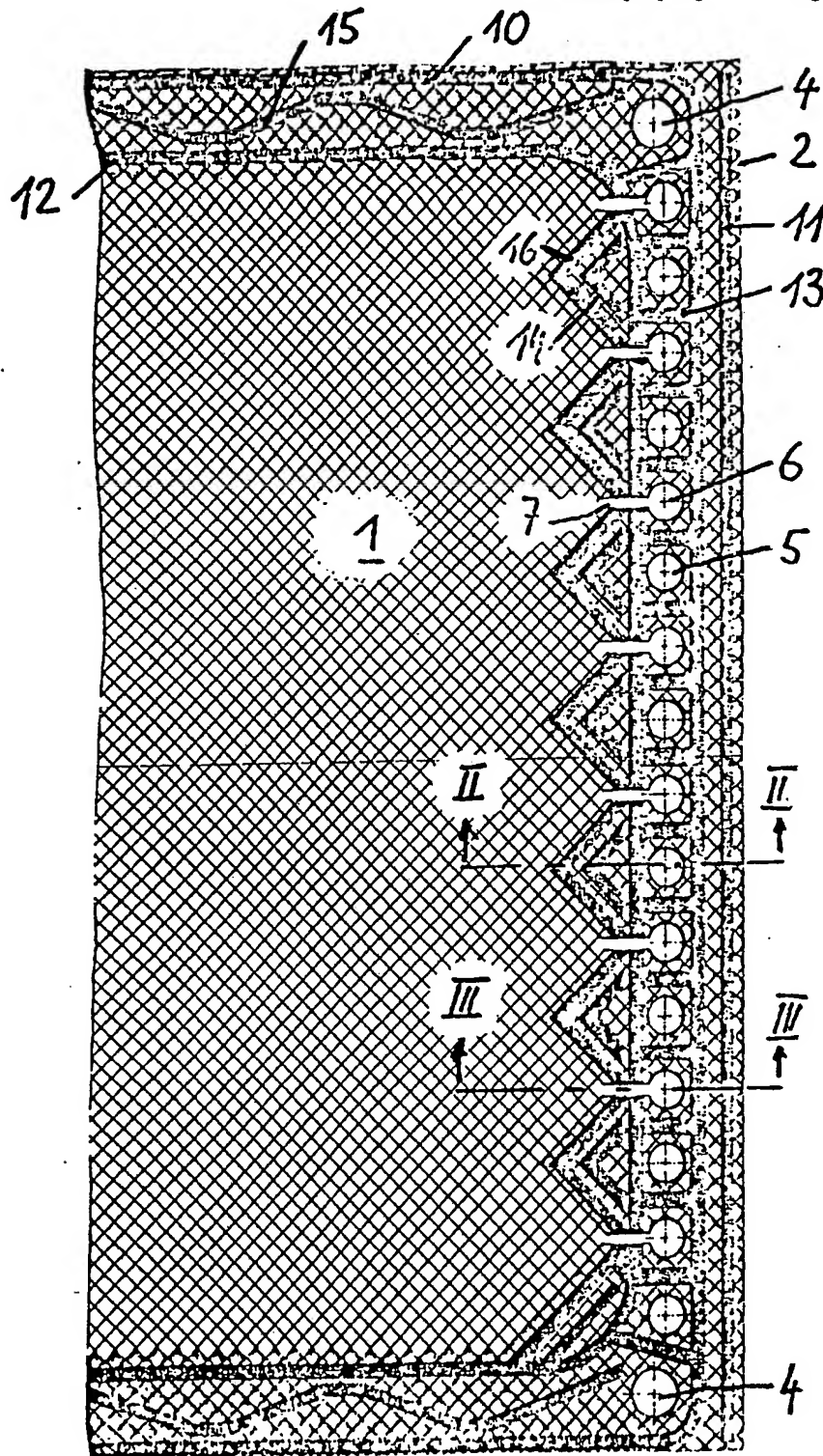
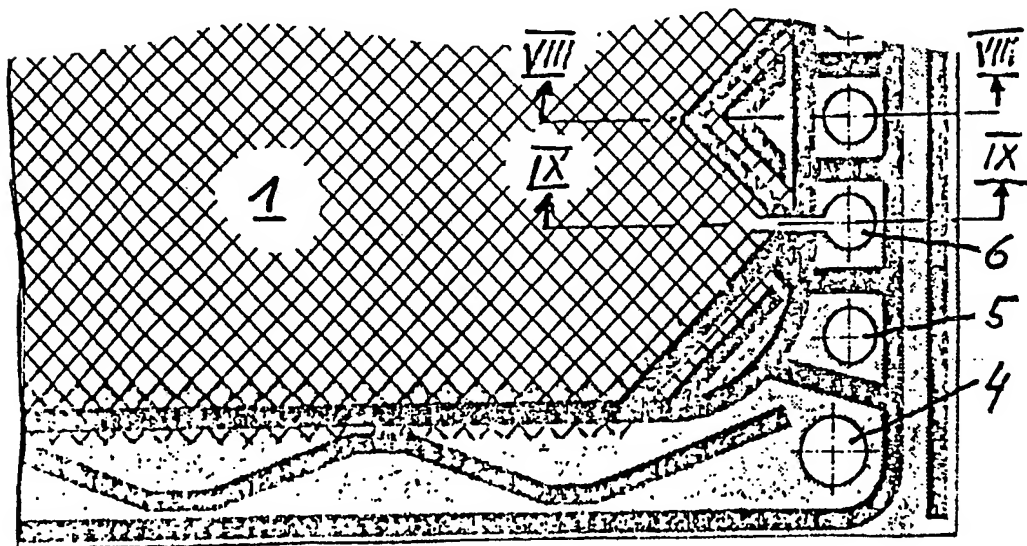
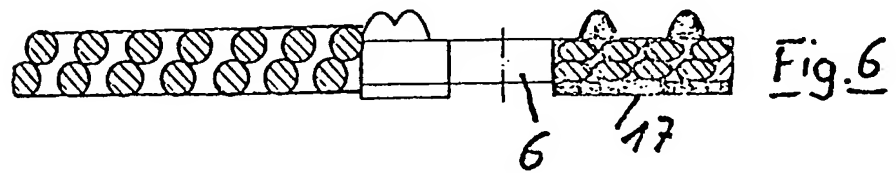
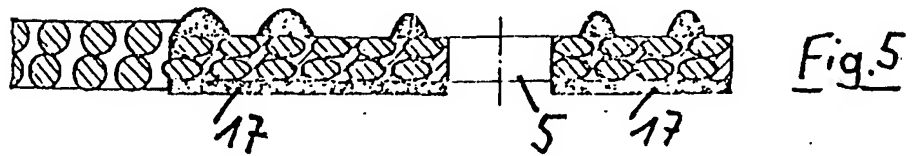
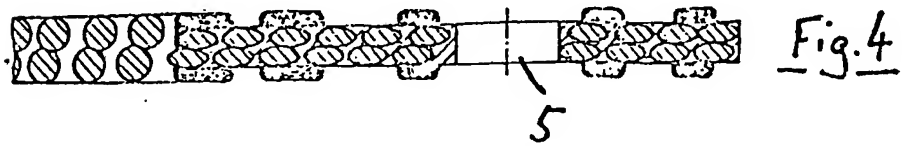
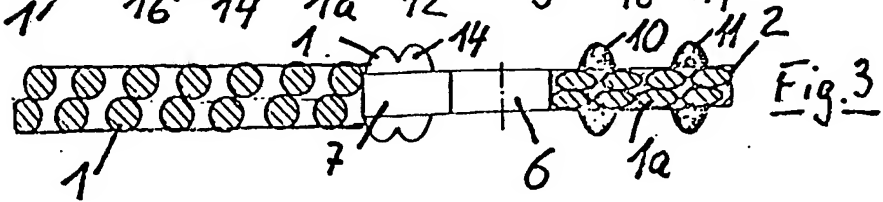
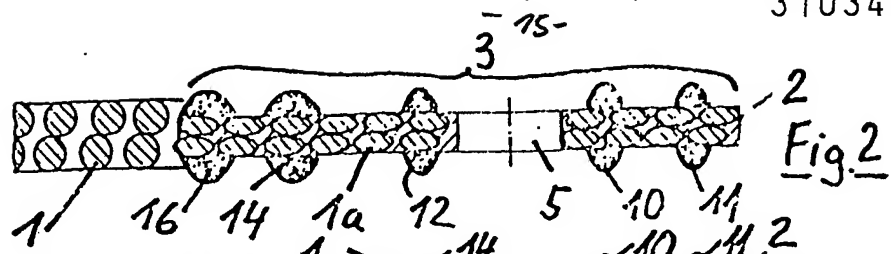


Fig. 1





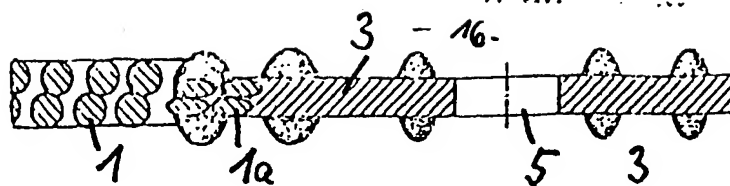


Fig. 8

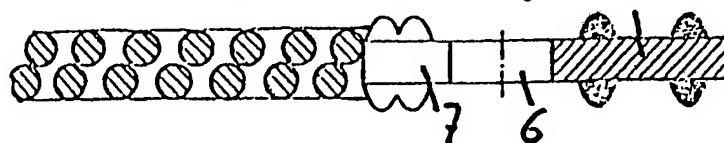


Fig. 9

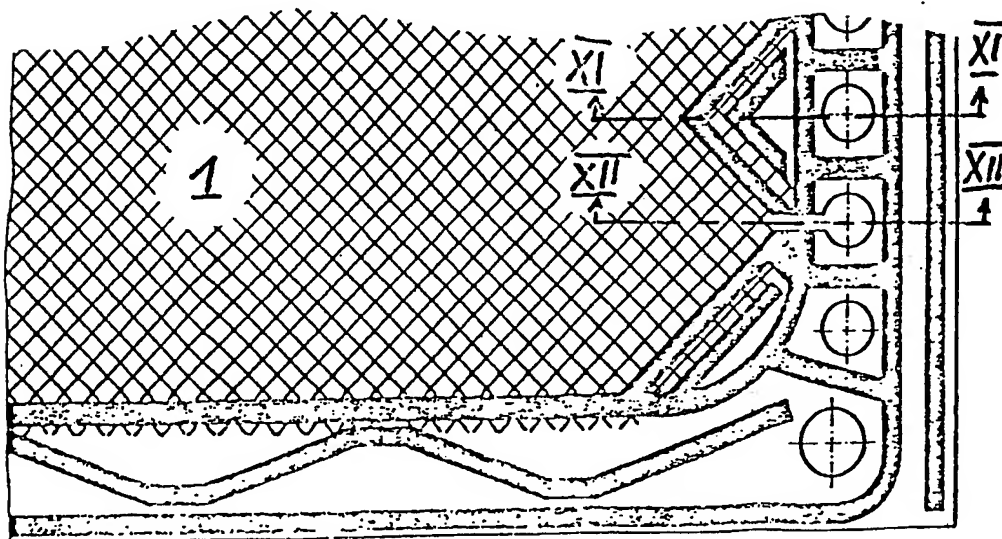


Fig. 10

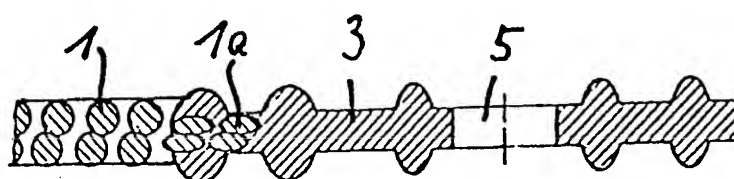


Fig. 11

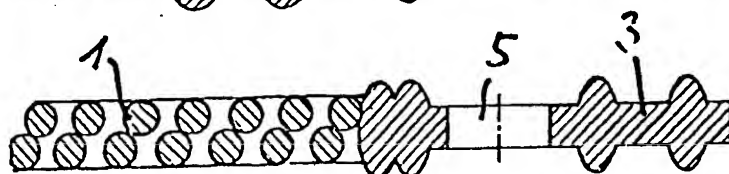


Fig. 12

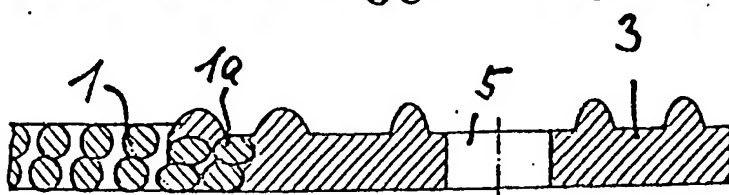


Fig. 13

## Sealing frame for electrodialysis membrane stack

**Publication number:** DE3103464

**Publication date:** 1982-08-05

**Inventor:** KNEIFEL KLEMENS (DE); MARTENS UWE (DE);  
HILGENDORFF WALTER (DE)

**Applicant:** GEESTHACHT GKSS FORSCHUNG (DE)

**Classification:**

- **International:** B01D61/50; B01D61/42; (IPC1-7): B01D13/02

- **European:** B01D61/50

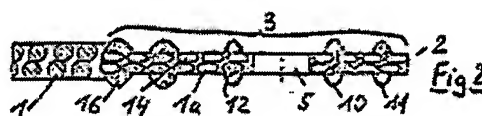
**Application number:** DE19813103464 19810202

**Priority number(s):** DE19813103464 19810202

**Report a data error here**

### Abstract of DE3103464

The sealing frames for alternately arranged anion and cation exchanger membranes of a membrane stack for electrodialysis include a net-like spacer for the membranes to be installed there. In order, in these frames, to maintain the net-like spacers securely in position, without increasing the thickness of the sealing frames, according to the invention it is proposed to form the rims (1a) of the net-like spacer (1), compressed into the plastic frame (3) to a value undershooting the thickness of the frame (3), in such a way that the thickness of the uncompressed part of the spacer (1), lying in the chamber, essentially corresponds to the thickness of the sealing frame furnished with linear seals (10-16). In this manner, very thin sealing frames are formed having a thickness of about 1.0 mm, so that the efficiency of an electrodialysis apparatus of a given volume is considerably increased.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide